

Aquacultuurproductie: trends en uitdagingen

Dr. Marc Verdegem, Wageningen Universiteit



In dit artikel wordt de mondiale productie van vis, schelp- en schaaldieren beschreven, en wordt ingegaan op de belangrijke trends en de uitdagingen voor deze sector.

In 2003 werd 132,2 miljoen ton vis, schelp- en schaaldieren geproduceerd, waarvan 41,9 miljoen ton via aquacultuur en 90,3 miljoen ton door visserij. Tussen 1998 en 2003 fluctueerde de visserijproductie tussen de 87,7 en 95,5 miljoen ton, en algemeen wordt aangenomen dat in de toekomst het gemiddelde visserijproductieniveau niet zal stijgen. In dezelfde periode steeg de aquacultuurproductie van 30,6 miljoen ton in 1998 tot 41,9 miljoen ton in 2003. Daarnaast werd ook nog eens 12,5 miljoen ton wieren geproduceerd via aquacultuur. In de toekomst kan groei in het aanbod van vis, schelp- en schaaldieren alleen gerealiseerd worden door verdere groei van de aquacultuur (FAO 2004).

Op wereldschaal werd in 2003 per persoon 20,9 kg vis, schelp- en schaaldieren geproduceerd, waarvan 16,3 kg beschikbaar was voor humane consumptie. Met uitzondering van wieren is de totale aquacultuurproductie bestemd voor humane consumptie. Echter 32% van de visserijproductie, ongeveer 29,2 miljoen ton, werd verwerkt tot vismeel en visolie, ingrediënten van de

diervoederindustrie.

Het belang van vis, schelp- en schaaldieren

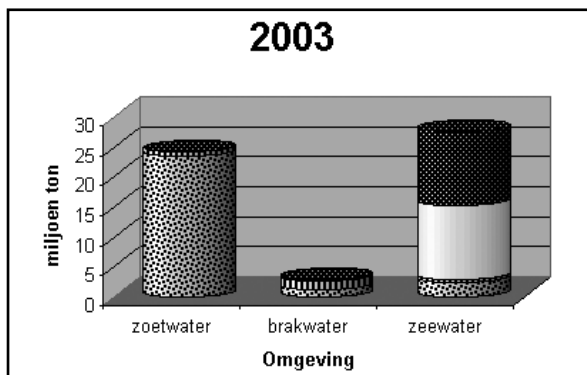
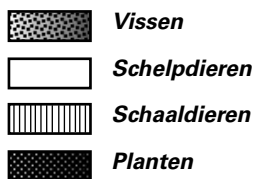
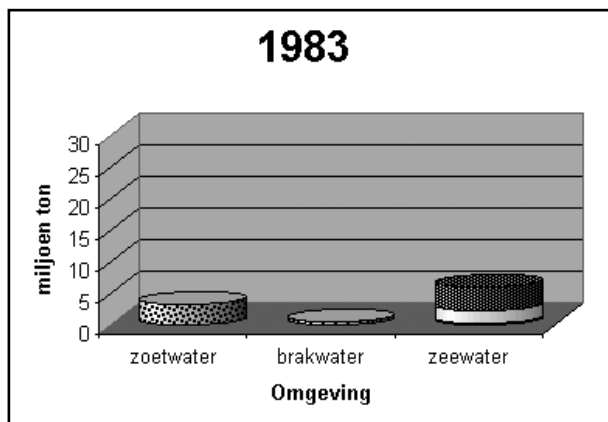
In 2003 werd 253 miljoen ton vlees, 613 miljoen ton melk en 63 miljoen ton eieren geproduceerd (FAOSTAT database, www.fao.org). Varkensvlees is op wereldschaal het belangrijkste vleesproduct met een productie van 99 miljoen ton. Ter vergelijking, in 2003 werd 103 miljoen ton vis, schelp- en schaaldieren geconsumeerd. In datzelfde jaar werd 76 miljoen ton kip en 58 miljoen ton rundvlees geproduceerd.

Van de totale aquacultuurproductie van 54,8 miljoen ton (inclusief wieren, amfibieën, reptielen en zoogdieren) in 2003 werd slechts 4,4 miljoen ton geproduceerd in ontwikkelde landen. Verhoudingsgewijs leveren ontwikkelde landen echter een belangrijke bijdrage aan de visserijproductie. Dit komt tot uiting in de export hoeveelheden. Ontwikkelde landen exporteerden 11,9 miljoen ton vis en schaaldieren (waarde 31,6 biljoen US\$), ontwikkelingslanden 10,9 miljoen ton (waarde 26,7 biljoen US\$)

(FAOSTAT database, www.fao.org). De trend is dat verhoudingsgewijs het aandeel van ontwikkelingslanden in de productie van vis, schelp- en schaaldieren geleidelijk toeneemt, en verwacht wordt dat deze zich ook in de toekomst zal doorzetten. Bijvoorbeeld, in 1992 importeerde de Europese Gemeenschap minder dan 50% van de geconsumeerde hoeveelheid vis, schelp- en schaaldieren, in 2003 was dit toegenomen tot 67% (www.aquamedia.org).

Grenzen aan de visserijproductie

In 2003 werd 52% van de in de wereld aanwezige visbestanden volledig bevestigd, en was 24% overbevestigd of herstellende van overbevestiging. Slechts 24% van de visbestanden waren onderbevestigd. Dus de visserij op 76% van alle visbestanden vereist beheer gericht op instandhouding of herstel. Algemeen wordt nu aangenomen dat mondiaal de maximale visserij productie rond 100 miljoen ton ligt, waarvan jaarlijks 80 miljoen ton gerealiseerd kan worden zonder zich al



Figuur 1: Mondiale aquacultuur productie van vis, schelp-, schaaldieren en planten in 1983 and 2003 naar omgeving (zoet-, brak- en zoutwater) (FAOSTAT statistic database, www.fao.org).

te veel zorgen te maken voor overbevising en het behoud van de visbestanden (FAO 2004).

Productieomgeving

Minder dan 10% van de visserijproductie wordt gerealiseerd in zoetwater. In de aquacultuur is er een duidelijk verband tussen type product en productieomgeving; vissen worden hoofdzakelijk geproduceerd in zoetwater, schaaldieren in brakwater en schelpdieren in zeewater (Figuur 1). Zoetwatervissen zijn traditioneel het belangrijkste aquacultuurproduct, maar de laatste jaren neemt de productie in brak- en zeewater sneller toe dan in zoetwater. Het voordeel van het produceren in brak- en zeewater is dat zoetwater beschikbaar blijft voor andere doeleinden. In meer en meer gebieden in de wereld is (of wordt) zoetwater een schaars product. Een verdere verschuiving van aquacultuurproductie van zoet- naar brak- en zeewater is mogelijk, dit in tegenstelling tot andere vormen van landbouwproductie. Productie van graan, vlees, melk en eieren is niet mogelijk zonder beschikking over grote hoeveelheden zoetwater.

Milieueffecten van groei in aquacultuurproductie

Bij een verdere groei van de aquacultuurproductie moet er voor gewaakt worden mogelijke negatieve milieueffecten te minimaliseren. Belangrijke aandachtspunten zijn (1) een verlaging van het aandeel van (top)predatoren aan de visserij wat inhoudt dat de samenstelling van visbestanden verschuift in de richting van herbivore en omnivore soorten, (2) de vernietiging van waardevolle biotopen (getijdengebieden, mangrovebossen, moerassen) omwille van

aquacultuurontwikkeling, (3) afhankelijkheid van de voederindustrie van vismeel en visolie en (4) effecten van visteelt op wilde populaties door o.a. genetische vervuiling, verandering in biotoop, verspreiding van ziekten of vervuiling.

Vermindering van het aandeel van (top)predators in de visserij

De visserij is heel efficiënt in het vangen van grote (top)predators (= roofvissen), en concentreert zich op deze soorten omwille van de hoge marktwaarde. Wanneer de (top)predators zijn weggevangen, verschuift de visserij in de richting van kleinere predators, enz... Dit is te merken in vangststatistieken waar het aandeel van (top)predators in de totale vangst gestaag is afgenomen. Dit fenomeen werd voor het eerst beschreven als "fishing down the food web" door Pauly et al. (1998) en werd sindsdien wereldwijd bevestigd (Pauly and Palomares, 2001 & 2005). De algemene vaststelling van dit fenomeen versterkt de visie dat op vele plaatsen een vermindering van de visserij-inspanning noodzakelijk is, vooral waar het gaat om visserij op grote predators. Het versterkt ook de visie dat een verdere groei in het aanbod aan vis-, schelp- en schaaldierproducten alleen mogelijk is via de aquacultuur.

Vernietiging van natuurlijke biotopen

Als voorbeeld worden koraalriffen kort besproken. Koraalriffen zijn gevoelig voor veranderingen in voedselaanbod. Een verrijking van voedselaanbod (eutrofiëring) via kooicultures leidde tot een grotere biomassa en soortendiversiteit van de visbestanden in nabijgelegen koraalriffen in Puerto Rico (www.lib.noaa.gov/docuqua/reports_noaar

Plant aardige voedingsingrediënt	Anti-nutritionele factoren (ANF)
Sojameel	Protease blokkers, lectine, saponine, phyto-oestrogenen, antivitaminen, allergenen, phytaat
Raapzaadmeel	Protease blokkers, glucosinolaten, phytaat, tanninen
Lupinezaadmeel	Protease blokkers, saponine, phyto-oestrogenen, alkanoiden
Erwtezaadmeel	Protease blokkers, lectines, tanninen, cyanogenen, phytaat, saponine, antivitaminen
Zonnebloemoliekoeken	Protease blokkers, saponine, arginase blokker
Katoenzaadmeel	Phytinezuur, phyto-oestrogenen, gossypol, antivitaminen, cyclopropenoic zuur
Klaverbladmeel	Mimosine
Alfalfabladeel	Protease inhibitoren, saponine, phyto-oestrogenen, antivitaminen
Mosterdoliekoek	Glucosinolaten, tannine
Sesammeel	Phytaat, protease blokkers

Tabel 1 Belangrijke anti-nutritionele factoren (ANF) in enkele algemeen gebruikte visvoedingrediënten (uit Francis et al., 2001)

research). Bezinkbare mest- en voerdeeltjes afkomstig van kooien verminderden echter de groei van koraalriffen (Bongiorni et al. 2004). Een verhoging van zwevende stoffeeltjes in water als gevolg van eutrofiëring vermindert ook de lichtinval, wat belangrijk is voor de verdere ontwikkeling en groei van koraalriffen (Fabricius, 2005).

Vismeeel en visolie

Tegenwoordig wordt jaarlijks ongeveer 30 miljoen ton vis verwerkt tot vismeel en visolie (Barlow and Pike, 2003). Dit staat garant voor een productie van 6-7 miljoen ton vismeel en 1.1-1.4 miljoen ton visolie. In 2002 werd 34% van de mondiale vismeelproductie gebruikt in de aquacultuur, voor visolie was dat 56%. De voorspelling is dat deze percentages tegen 2010 zullen toenemen tot 48% voor vismeel en 79% voor visolie. Hoewel de vismeel- en visolie-industrie duurzaam claimt te zijn (Pike and Barlow, 2003), wordt volop gezocht naar

alternatieven van vismeel en visolie als ingrediënten in diervoeders. De gebruikte 30 miljoen ton in de vismeel en visolie industrie komt dan grotendeels beschikbaar voor directe humane consumptie.

Het vinden van alternatieven voor vismeel en visolie is geen gemakkelijke opgave. Vismeeel is nog steeds de belangrijkste bron van dierlijk eiwit in visvoeders (Olvera-Novoa et al., 2002), vooral voor carnivore soorten met een vismeelpercentage van 30-45% in het voer. Voor bijvoorbeeld kabeljauw, heek en platvissoorten kan het vismeelpercentage in het voer oplopen tot 55%. Daarnaast wordt vismeel ook toegevoegd aan voeders van omnivore soorten zoals tilapias of karpers, met vismeelpercentages die schommelen tussen de 5 tot 12%. Producten zoals bloed-, vlees- of beenmeel zijn goede alternatieven voor vismeel (Lee et al., 2001), maar het gebruik van deze producten blijft beperkt omwille van gezondheidsrisico's.

Plantaardige eiwitten kunnen dierlijke eiwitten vervangen in diëten van omnivore soorten (van der Meer et al., 1997), maar rapporten van een langdurig gebruik van plantaardige eiwitten in diëten van carnivore soorten zijn zeldzaam (Kaushik et al., 1995). Anti-nutritionele factoren (ANF) aanwezig in planten beperken het gebruik ervan in diervoeders. Een ANF is een stof die direct of indirect (als een intermediaire metaboliet) de voedselopname en voedselverwerking beïnvloedt, en een vermindering van de productie (groei) of diergezondheid veroorzaakt (Francis et al., 2001).

Visoliën worden meer en meer beschouwd als een essentieel onderdeel van de humane voeding. Feskens en Kromhout (1993) suggereerden dat een dieet laag in verzadigde vetzuren, gecombineerd met een kleine tot middelmatige consumptie van vis leidt tot een vermindering van het risico op hartziekten en bepaalde vormen van suikerziekte. De conclusies waren gebaseerd op een studie bij Eskimo's met een dieet rijk aan n-3 meervoudig onverzadigde vetzuren afkomstig uit vis en andere zeevruchten.

Net als bij vismeel is het ook moeilijk visolie in visvoerders volledig te vervangen door plantaardige oliën zoals zonnebloem-, rapzaad-, palm- of sojaolie. In vergelijking tot visolie hebben plantaardige oliën meestal een lage n-3/n-6 verhouding en relatief weinig lange (C20 en C22) meervoudig onverzadigde vetzuren. Juist deze lange vetzuren zijn essentieel in de voeding van vis en schaaldieren. Het is mogelijk C20 en C22 meervoudig onverzadigde vetzuren

rechtstreeks te extraheren uit algen of bacteriën, maar oliën op deze manier verkregen zijn minimaal 3-4 keer duurder dan visolie. Een verdere kostenverlaging is noodzakelijk opdat dergelijke oliën gebruikt kunnen worden in de aquacultuur.

Invloed van aquacultuur op wilde visbestanden

Kooicultures in kustwateren kunnen wilde visbestanden beïnvloeden door (1) het vrijkomen en mengen van gekweekte bestanden met wilde bestanden, (2) het overbrengen van ziekten of parasieten, of (3) genetische drift. Dergelijke effecten zijn goed gedocumenteerd voor zalmteelt waar de explosieve groei in productie gedurende de laatste decennia samenviel met een dramatische afname van de wilde zalmbestanden. Er zijn indicaties dat de krimp van wilde bestanden een gevolg is van klimatologische veranderingen in de Noord Atlantische Oceaan (Noakes et al., 2000), maar andere studies suggereren een effect van aquacultuur op wilde bestanden.

Ontsnapte gekweekte vis

Het is onmogelijk kweekinstallaties 100% te vrijwaren van verlies (ontsnapping) van dieren. Vaak kunnen ontsnapte dieren niet aarden in de natuur. Kunnen ze dit echter wel, dan maken ze aanspraak op dezelfde hulpbronnen als de natuurlijke bestanden. In sommige gevallen leidt dit tot een verdrijving van de wilde bestanden. Het is ook mogelijk dat ontsnapte vissen paren met wilde soortgenoten of zelfs, in zeldzame gevallen, met verwante soorten. In noord Europa bijvoorbeeld komen hybriden tussen Atlantische zalm en beekforel natuurlijk voor. Er zijn echter aanwijzingen dat de

aantallen jonge hybriden in de nabijheid van zalmkweekbedrijven groter zijn dan in gebieden zonder kweekbedrijven (Matthews et al. 2000).

Ziekten of parasieten

Een zalm geïnfecteerd met een groot aantal zeeluisen (huidparasiet; voedt zich met huiddeeltjes en slijmlaag) zal uiteindelijk sterven. De zeeluis larve doorloopt een aantal planktonische ontwikkelingsstadia alvorens zich te vestigen op een gastheer. Bij scholende vissen kunnen zeeluisen overspringen naar een andere gastheer. Via de planktonische larvale stadia kunnen bestanden in kooien zich in de omgeving bevindende wilde bestanden infecteren. Het omgekeerde gebeurt ook, maar over het algemeen is het aantal zeeluis eieren en larven geproduceerd door gekweekte bestanden vele malen groter dan de productie door wilde bestanden. In de lente, wanneer de zeeluis infectiedruk het hoogst is, wordt aanbevolen het aantal rijpe zeeluisen per zalm zo laag mogelijk te houden. Dit laatste is niet eenvoudig; behandelingsmethoden zijn duur en hebben bovendien een beperkte levensduur (Butler, 2002).

Genetische drift

Grote aantallen zalm worden kunstmatig voortgeplant op basis van een beperkt aantal ouderdieren, welke werden geselecteerd op basis van positieve productietekenen. Bijgevolg zijn gekweekte bestanden meer uniform (grootte, gedrag) dan wilde bestanden en verschillen gekweekte en wilde bestanden (gemiddelde groeisnelheid, voedselopname, enz...). Ontsnapte dieren dragen in sommige gevallen meer dan 50% bij aan de visserij opbrengst. Als de ont-

snapte kweekvissen bovendien in belangrijke mate bijdragen aan de voortplanting, dan veroorzaken ze een verschuiving in de 'gene pool' van de populatie. Dit fenomeen wordt aangeduid als 'genetic drift'.

Soms worden kunstmatig voortgeplante jonge zalmen uitgezet met de bedoeling dat de volwassen dieren terugkeren naar dezelfde rivier om zich voort te planten. Gebeurt dit op grote schaal, dan kan dit ook leiden tot genetic drift. Dit effect wordt nog versterkt doordat vissers wilde zalm prefereren boven kunstmatig voortgeplante dieren en dus selectief vissen (Noakes et al., 2000).

Slotbeschouwingen

De aquacultuur zal de komende decennia blijven groeien om aan de toenemende vraag naar vis, schaal- en schelpdieren te voldoen. De groei in aquacultuurproductie vindt vooral plaats in ontwikkelingslanden. Het aandeel van ontwikkelde landen in de totale aquacultuurproductie in 2003 was 8%, en dit aandeel zal waarschijnlijk in de toekomst afnemen.

Een snel groeiende sector wordt geconfronteerd met ontwikkelingsproblemen. Een aantal van deze problemen werden genoemd en kort besproken. De uitdaging is deze problemen op te lossen. Dit laatste vergt een goede samenwerking tussen overheid, industrie en kennisinstellingen.

Literatuur

- Barlow, S.M. and Pike, I.H. (2003) Aquaculture feed ingredients in year 2010: Fish meal and fish oil. Report Aquavision '98. The second Nutreco Aquaculture Business Conference. Stavanger Forum, Norway, 13-15 May 1998. Addressing the challenges to maintain a sustainable 10-20% annual growth of the

- aquaculture industry. pp. 71-74.
- Bongiorno, L., Shafir, S., Rinkevich, B., 2004. Effects of particulate matter released by a fish farm (Eilat, Red Sea) on survival and growth of *Stylophora pistillata* coral nubbins. *Marine Pollution Bulletin* 46: 1120-1124.
 - Butler, J.R.A. (2002) Wild salmonids and sea louse infestations on the west coast of Scotland: sources of infection and implications for the management of marine salmon farms. *Pest Management Science* 58: 595 – 608.
 - Fabricius, K.E., 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: Review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 50: 125-146
 - FAO, 2004 *The State of the World Fisheries and Aquaculture*. FAO Fisheries Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Publishing Management Service, Rome, Italy, pp. 154.
 - Feskens, E. J. and Kromhout D. (1993) Epidemiologic studies on Eskimos and fish intake. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 683 (1): 9-15.
 - Francis, G, Makkar, H.P.S., Becker, K. (2001) Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199: 197-227.
 - Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P., Sumpster, J., Fauconneau, B. and Laroche, M. (1995) Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 133: 257-274.
 - Lee, K.J., Dabrowski, K., Blom, J.H. and Bai, S.C. (2001) Replacement of Fish Meal by a Mixture of Animal By-Products in Juvenile Rainbow Trout Diets. *North American Journal of Aquaculture* 63: 109-117.
 - Matthews, M.A., Poole, W.R., Thompson, C.E., McKillen, J., Ferguson, A., Hindar, K. and Wheelan, K.F. (2000) Incidence of hybridization between Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salma trutta* L., in Ireland. *Fisheries management and ecology* 7: 339-347.
 - Noakes, D.J., Beamish, R.J. and Kent, M.L. (2000) On the decline of Pacific salmon and speculative links to salmon farming in British Columbia. *Aquaculture* 183: 363-386.
 - Olivera-Novoa, M., Martinez-Palacios C. and Olivera-Castillo, L. (2002) Utilization of torula yeast (*Candida utilis*) as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters) fry. *Aquaculture Nutrition* 8: 257-264.
 - Pauly, D. & Palomares, M.L. (2001) Fishing down marine food webs: an update. *Waters in peril* (eds. Bendell-Young, L. & Gallagher, P.), pp. 47–56, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers
 - Pauly, D. & Palomares, M.L. (2005) Fishing down marine food web: it is far more pervasive than we thought. *Bulletin of Marine Science* 76: 197-211
 - Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. & Torres, F.C., Jr (1998) Fishing down marine food webs. *Science* 279, 860–863.
 - Pike, I.H. and Barlow, S.M. (2003) Impact of fish farming on fish stocks. *Fish Farmer* 26 (1): 14-16 (Jan-Feb).
 - Van der Meer, MB; Huisman, EA; Verdegem, MCJ. (1996) Feed consumption, growth and protein utilization of *Colossoma macropomum* (Cuvier) at different dietary fish meal/soya meal ratios. *Aquaculture Research* 27: 531-538.